目 次

	1.	制御	シス	ティ	ム序	論																					1
1-1	はしが	き・							•		•			•							•	•			•		1
1-2	自動制御	っ歴史					•									•						•					3
1-3	近代制御	システ	- AO	数包	列		•		•			•				•											5
										-																	
	2	シス	구 / .	മ	₩ ₩	ት ዕረት :	= :	⇒ 11	١.																		16
2-1	はしが	き・	• •		•	• •	٠	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	16
2-2	物理的シ	ステム	の彼	分フ	方程	式	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	17
2-3	物理的シ																										
2-4	ラプラス																										
2-5	線型シス																										
2-6	4																										
2-7	信号流線																										
2-8	総 括				•		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	49
						,																					
	3.	フィ	<u> </u>	パ・	ック	制	卸:	シフ	くテ	ム	<i>σ</i>)特	F 15	ŧ													57
3-1	開ループ。	レ胆ル	<u>, </u>	°മ	al Æile	ミノマ	テ	λ.																			57
3-2	パラメー	こない	ルフカ	シル	지하다 오름()	とい	, ,	ムテ	· σ	咸	n i																58
3-3	制御シス	ノ及臥 テュク	い日次	i y G Fr S -M	か生化	細っ	<i>^</i>		. v.	· 6236																	62
3-4	フィード	, 21, V)	地位	とかしかで ロマン・	するア). L7	٠ +>	<i>l</i> + :	ᅺ	山山	/章	旦															65
3-5		ハシン	פער נינדו -	ν : 	^ / ·	<i>-</i>	. 40		J71	- HI	110	. 3					_									_	eo eo
3-6		リ欧左	· •	1					·		•			•		_					•		•				03 71
3-7	ノイート	ハツク	<i>س</i> رہ		r	• •	•	•	٠	Ī	•	Ī	•	•	•	•				•	•	•	•	•	•	•	79
3-7	総 括	• •	• •	• •	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	12
	4.	フィ	– ۴	バ	ック	制	卸:	シフ	、テ	7	, O	性	E削														7 9
4-1		き・								•						•	•		•		•		•	•	•		79
4-2	時間域の情	生能仕	様			• •	•				•	•			•		•	•	•	•	•	•	•	•			80
4-3	s 面上のt	k位置	と過	渡点	答	. •						•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	87
4-4	フィード	ベック	制御	シン	ステ	ムの	定	常記	吳差	2	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	88
4-5	性能指标	票 .	• • • •		•	•. •.				•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	92
	総 括				• •				•				•	•-		• •	•	•	•					•			97
	-,																										

٦	7

V		目		次
	5. 線型フィードバックシステムの安定			103
5-1	安定の概念・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			103
5-2	ラウス・フルビッツ安定基準 ・・・・・・・・・・・・・・・			105
5-3	フィードバック制御システムの相対安定 ・・・・・・・・・・・			
5-4				
5-5	総 括 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			114
	6. 根軌跡法			118
6-1	はしがき・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			- 118
6-2	根軌跡の概念・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			118
6-3	根軌跡法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			
6-4	根軌跡法による制御システムの解析と設計例・・・・・・・・・・			
6-5	根軌跡法によるパラメータ設計・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			139
6-6	感度と根軌跡・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			
6-7				
	7. 周波数応答法			161
7-1	はしがき・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			. 161
7-1 7-2	周波数応答プロット・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			. 163
7-3	ボーデ線図の例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			
7-4	周波数領域における性能仕様・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			· 181
7-5	対数ゲインと位相線図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			· 184
7-6	総 括・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			185
	8. 周波数領域における安定			192
	はしがき・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			
8-1	は し が き ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・。 s 面内における閉曲線の写像 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	•		. 192 . 109
8-2	8 面内における閉曲線の与像・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	•		. 100
8-3	ナイキスト基準・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			. 1 <i>9</i> 0
8-4	相対安定とナイキスト基準・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	•		· 201 . 919
8-5	閉ループ周波象心容・・・・・・・・・・・・・・・・・ 時間遅れがある制御システムの安定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			. 220
8-6 8-7	時間連れかめる制御システムの女庄・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・		•	· 222
	9. 制御システムの時間領域解析			239
9-1	はしがき・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	•	•	• 239
9-2	動的システムの状態変数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	•	•	· 240
9–3	状態ベクトル微分方程式・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	•	•	· 243
9-4	信号流線図状態モデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	•	•	· 245

目	次	v
9-5	時間領域内におけるシステムの安定・・・・・・・・・・・・2	252
9–6	時間応答と遷移マトリクス・・・・・・・・・・・・・・2	258
9-7	時間応答の離散時間における計算法・・・・・・・・・・・2	261
9-8	総 括・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	268
	10. フィードバックシステムの設計と補償	278
10-1	はしがき・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2	278
10-2	補償方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	280
10-3	直列補償回路・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	281
10-4	位相進み回路によるボーデ線図上のシステム補償・・・・・・・・・・	
10-5	位相進み回路による 8 面上の補償・・・・・・・・・・・・・2	
10-6	積分回路を使うシステム補償・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2	
10-7	位相遅れ回路による。面上の補償・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
10-8	位相遅れ回路によるボーデ線図上の補償・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
10-9	時間領域における制御システムの設計・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
10-10		
	付 録	
7 t. A	ラプラス変換対照表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	207
付A		
付B		
付C	マトリクス代数学入門・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・)9I
付D	計算機アルゴリズムによる線型時間不変型システムの	າາດ
	遷移マトリクスの算出法・・・・・・。 プログラム悪移・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
付E	プログラム遷移・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	140
	参考文献	347
	問題解答・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	354
	あとがき	391

索

引